

This page Is Inserted by IFW Operations
And is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

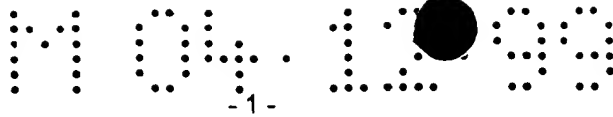
Defective images within this document are accurate representations of
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



EX 4

Verfahren und Meßgerät zur Bestimmung des Blutdrucks

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Blutdrucks gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Blutdruckmeßgerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Blutdruckmessungen am Handgelenk oder an einem Finger leiden oftmals an mangelnder Meßgenauigkeit und unzureichender Reproduzierbarkeit. Dies ist durch die hohe Empfindlichkeit der Messung bezüglich Schwankungen der Meßposition bedingt, d. h. der individuellen Lage des Handgelenkes bzw. des Fingers, relativ zur Lage des Herzens. Um exakte Ergebnisse zu erhalten, ist bei bekannten Meßgeräten eine Messung auf Herzhöhe erforderlich. Dies wird jedoch in der Regel nur näherungsweise eingehalten und wird von den Personen, bei denen die Blutdruckmessung durchgeführt wird, als beschränkend und unpraktisch empfunden. Den Messungen wohnt deshalb stets eine Ungenauigkeit inne. Im Falle einer von der Herzhöhe abweichenden Meßposition verfälscht die hydrostatische Druckdifferenz das Meßergebnis um etwa 0,78 mm Hg/cm. Eine mangelhafte Lage während eines Meßvorganges führt somit zu einem systematischen Meßfehler. Zusätzlich kann eine kurzzeitige, eher zufällige Lageschwankung wie beispielsweise Zittern oder eine Armbewegung noch einen zweiten dynamischen Fehler, sog. Bewegungsartefakte, zur Folge haben, die die algorithmische Auswertung der eigentlichen Meßgröße erheblich erschweren, wenn nicht sogar unmöglich machen.

In der US-A 47 79 626 wurde bereits vorgeschlagen, bei einer Blutdruckmessung an einem Finger die hydrostatische Komponente des Blutdrucks mittels einer Vorrichtung zu kompensieren, die einen der hydrostatischen Druckkomponente entsprechenden Gegendruck bereitstellt. Hierzu wird auf Höhe des Herzens an der Brust ein Flüssigkeitsreservoir befestigt, das mittels eines Schlauches mit dem Blutdruckmeßgerät am Finger verbunden ist. Der Drucksensor des Meßgerätes ist dabei als Differenzdrucksensor ausgebildet, der die Druckdifferenz zwischen dem im Finger herrschenden Blutdruck und dem am Ende des Schlauches herrschenden Flüssigkeitsdruck mißt. Es liegt jedoch auf der Hand, daß dieses Blutdruckmeßgerät unhandlich und nur umständlich anzulegen ist. Darüber hinaus behindert der am Körper verlegte Schlauch die Bewegungsfreiheit der jeweiligen Person.

Die DE 296 12 412 U1 beschreibt ein Blutdruckmeßgerät, das an das Handgelenk anzulegen ist und bei dem im Gehäuse des Blutdruckmeßgerätes ein Pendel angeordnet ist. Die Außenseite des Pendels ist mit einer Farbskalierung versehen, so daß abhängig von der Armbeugenstellung eine bestimmte Farbe sichtbar wird. Hierbei ist die Handhabung u.a.

GEÄNDERTES BLATT
IDEA/ED

insoweit erschwert, als daß das Pendel sich erst ausschlagen muß bis eine Ablesung möglich ist.

Aus der JP 08215161 ist ein Verfahren und Meßgerät zur Bestimmung des Blutdrucks mit einem Drucksensor und einer Ausrichtungs-Erfassungseinheit bestehend aus einem Neigungssensor bekannt. Die Ausrichtungs-Erfassungseinheit gibt ein elektrisches Signal zur Korrektur des erfaßten Blutdrucks entsprechend der Winkelstellung ab.

Aus der JP 08215162 ist ein Verfahren und ein Meßgerät zur Bestimmung des Blutdrucks mit einem Drucksensor und einer Ausrichtungs-Erfassungseinheit bestehend aus einem Neigungssensor ebenfalls bekannt. Die Ausrichtungs-Erfassungseinheit gibt ein elektrisches Signal ab, das eine Rückmeldung zur korrekten Meßposition gibt.

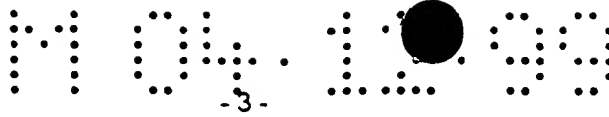
Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Gerät zur Bestimmung des Blutdruckes zu schaffen, das bei hoher Meßgenauigkeit und ausreichender Reproduzierbarkeit der Blutdruckbestimmung einfach zu handhaben ist.

In verfahrenstechnischer Hinsicht wird diese Aufgabe bei einem Verfahren erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Durch die elektrische Erfassung der Ausrichtung des Körpergliedes sind vielfältige Weiterverarbeitungsoptionen des elektrischen Signales möglich, die zu einer optimalen Handhabung und erhöhter Meßgenauigkeit der Blutdruckbestimmung führen. Das in der Ausrichtungs-Erfassungseinheit vorgesehene bewegliche Teil, daß z.B. pendelartig ausgebildet ist, weist eine bestimmte Schwingeigenfrequenz auf, die eine Periodendauer der Schwingung festlegt. Abhängig von der Art der Bewegung des Patienten wird somit eine unterschiedlich starke Schwingungsamplitude in der Ausrichtungs-Erfassungseinheit erzeugt, die zunächst maximal ausschlägt und eine gewisse Zeit zum ausschlagen benötigt. Durch die elektrische Weiterverarbeitung des Meßsignales ist es somit möglich, dieses Signal zu integrieren über die Zeit bzw. einen Mittelwert zu bilden über die Periodendauer, so daß das Signal stark gedämpft und damit letztlich erst ablesbar oder weiter nutzbar wird, da kleinere Ausschläge und ein kürzeres Nachschwingen des beweglichen Mittels in der Ausrichtungs-Erfassungseinheit erzeugt wird. Es wird somit ein Problem gelöst, daß vor allem bei einer sehr kompakten Ausrichtungs-Erfassungseinheit, die innerhalb eines Blutdruckmeßgerätegehäuses angeordnet ist auftreten kann. Weitere Optionen zur Weiterverarbeitung des elektrischen Signals werden nachfolgend aufgeführt.

Vorzugsweise wird der erfaßte Blutdruck in einer Auswerteeinheit entsprechend der erfaßten Ausrichtung des Körpergliedes korrigiert. Bei einer vorgegebenen Ausrichtung des Körpers,

GEÄNDERTES BLATT

DE 14 06 99



insbesondere einer aufrechten Haltung des Oberkörpers, kann mit der Erfassungseinheit die absolute Ausrichtung des Körperglieds im Raum erfaßt und dadurch die Stellung des Körperglieds relativ zum Herzen bestimmt werden. Dementsprechend kann der tatsächlich gemessene Blutdruck im Körperglied in Abhängigkeit eines elektrischen Ausrichtungssignales der Erfassungseinheit korrigiert und der auf Herzhöhe herrschende Blutdruck bestimmt werden.

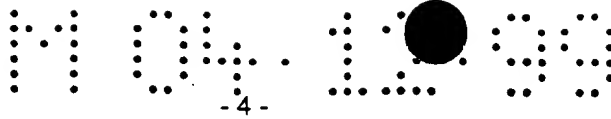
Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird mit einem Neigungssensor die Winkelstellung des Körperglieds, insbesondere des Unterarmes, erfaßt und der erfaßte Blutdruck entsprechend der Winkelstellung korrigiert. Insbesondere kann die Neigung des Unterarmes zur Horizontalen bzw. Vertikalen erfaßt werden, die bei einer vorgegebenen Position des Ellenbogens, beispielsweise in einer am Oberkörper anliegenden Stellung, ein Maß für die Höhenlage des Handgelenkes und damit der hydrostatischen Komponente des Blutdrucks im Handgelenk ist.

Um eine einfache Signalverarbeitung zu ermöglichen, wird vorzugsweise die Ausrichtung des Körperglieds und der Blutdruck in demselben nacheinander erfaßt. Dieser ermöglicht es, bei ausreichender Genauigkeit, das Ausrichtungs- und Drucksignal nacheinander zu verarbeiten.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ausrichtung des Körperglieds zeitparallel zur Druckmessung erfaßt. Dies erlaubt eine erhöhte Genauigkeit der Messung, da der Korrektur des erfaßten Blutdrucks stets die jeweilige Stellung des Körperglieds zugrunde gelegt werden kann.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann während der Druckerfassung eine Bewegung, insbesondere eine Beschleunigung des Körperglieds, an dem der Blutdruck gemessen wird, erfaßt werden. Der erfaßte Blutdruck wird dann entsprechend der erfaßten Bewegung korrigiert. Hierdurch können kurzzeitige Lageänderungen, wie z. B. Zittern während der Messung erfaßt werden. Durch eine Rückrechnung von den gemessenen Lageschwankungen auf die dazu korrespondierenden Druckschwankungen kann der Einfluß von Bewegungsartefakten verringert werden. Vorzugsweise wird die Ausrichtung und die Bewegung des Körperglieds kontinuierlich erfaßt.

Hinsichtlich des Gerätes wird die obengenannte Aufgabe bei einem Blutdruckmeßgerät erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Somit können Schwingungen in der Ausrichtungs-Erfassungseinheit auf ein genau spezifiziertes Dämpfungsverhalten



eingestellt werden ohne den Nachteil eine aufwendige mechanische Dämpfung, die zu dem fertigungsabhängig in ihrer Genauigkeit ist, vornehmen zu müssen.

Bevorzugt weist die Auswerteeinheit eine Korrekturereinheit zur Korrektur des Drucksignales entsprechend der erfaßten Ausrichtung auf. Die Ausrichtungs-Erfassungseinheit erzeugt ein elektrisches Signal, das der Ausrichtung entspricht und das in der Korrekturereinheit zur Korrektur des Drucksignales verarbeitet wird.

Die Ausrichtungs-Erfassungseinheit weist in vorteilhafter Weise einen Neigungssensor auf, der die Neigung des Körperglieds, an dem der Drucksensor angelegt ist, bzw. die Neigung der Anlegeeinheit, die der Neigung des Körperglieds entspricht, erfaßt. Vorzugsweise ist der Neigungssensor derart ausgebildet, daß er die absolute Neigung des Körperglieds, d. h. den Winkel zur Horizontalen bzw. Vertikalen erfaßt. Der Neigungswinkel gibt ein Maß für die Stellung des Körperglieds an.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung kann eine Bewegungs-Erfassungseinheit zur Erfassung einer Bewegung, insbesondere einer Beschleunigung des Körperglieds vorgesehen sein, wobei ein elektrisches Bewegungssignal in der Auswerteeinheit verarbeitet wird. Durch das Bewegungssignal ist das Maß an motorischer Aktivität der jeweiligen Person feststellbar. Auf diese Weise läßt sich beurteilen, ob sich der Anwender generell in einem Zustand ausreichender Ruhe befindet und eine Messung überhaupt sinnvoll durchführbar ist.

Dabei kann die Messung dann, wenn ein zu ungenaues Ergebnis geliefert werden würde, unterbunden werden oder zumindest ein Hinweis auf die geringe Aussagekraft der Messung auf einer Anzeigevorrichtung angezeigt werden. Vorteilhafterweise kann das erfaßte Drucksignal in Abhängigkeit des elektrischen Bewegungssignales in der Korrekturereinheit der Auswerteeinheit korrigiert werden.

Vorzugsweise umfaßt die Bewegungs-Erfassungseinheit den Neigungssensor und eine mit diesem verbundene Differenziereinheit, die die zeitliche erste oder zweite Ableitung des Neigungssignales bildet und das errechnete Signal als Bewegungssignal bereitstellt.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind die Ausrichtungs-Erfassungseinheit und der Drucksensor mit der Auswerteeinheit über eine Zeitschaltseinheit verbunden. Die Zeitschaltseinheit zur zeitabhängigen Durchschaltung des jeweiligen Signales an die Auswerteeinheit kann als Schaltweiche bzw. Multiplexer ausgebildet sein.

Zwischen die Schalteinheit und die Auswerteeinheit ist zumindest ein Analog-Digital-Wandler geschaltet. Um die Ausrichtung des Körperglieds zeitparallel zur Druckmessung erfassen zu können, sind bevorzugt zwei Analog-Digital-Wandler vorgesehen.

Zweckmäßigerweise weist das Blutdruckmeßgerät eine Speichereinheit zur Speicherung von Referenzdaten auf. Mit Hilfe der Referenzdaten können die Korrekturwerte für das Drucksignal an den jeweiligen Benutzer angepaßt werden. Beispielsweise können für Benutzer unterschiedlicher Körpergröße verschiedene Referenzdatensätze abgespeichert sein.

Die Druckmessung kann grundsätzlich an verschiedenen Körpergliedern, beispielsweise an einem Fingern, vorgenommen werden. Vorzugsweise jedoch ist die Anlegeeinheit zum Anlegen des Drucksensors an ein Handgelenk ausgebildet. Die Druckerfassung am Handgelenk erlaubt bei einer einfach Erfassung der Ausrichtung eine hohe Meßgenauigkeit.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

- Figur 1 ein Blutdruckmeßgerät entsprechend einer bevorzugten Ausführung der Erfindung, das an einem Handgelenk einer Person angelegt ist, in einer schematischen Darstellung,
- Figur 2 den Aufbau eines Blutdruckmeßgerätes entsprechend einer bevorzugten Ausführung der Erfindung in einer schematischen Darstellung,
- Figur 3 ein Flußdiagramm, das die einzelnen Schritte eines Verfahrens zur Bestimmung des Blutdrucks gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung zeigt, daß mit der Vorrichtung gemäß Figur 2 ausführbar ist,
- Figur 4 den Aufbau eines Blutdruckmeßgerätes gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung in einer Darstellung ähnlich Figur 2, und
- Figur 5 ein Flußdiagramm ähnlich Figur 3, das die Schritte eines Verfahrens zur Bestimmung des Blutdrucks entsprechend einer weiteren Ausführung der Erfindung zeigt, das mit Hilfe des Blutdruckmeßgerätes gemäß Figur 4 ausführbar ist.

Das in Figur 1 gezeigte Blutdruckmeßgerät ist zur Messung des Blutdrucks am Handgelenk ausgebildet. Es weist als Anlegeeinheit eine Manschette 1 auf, mit der ein Drucksensor zur Signalaufnahme an die Innenseite des linken Handgelenkes angelegt werden kann. Die Manschette 1 weist eine Blase auf, die vorzugsweise mit Luft aufgepumpt wird, um während des Luftablassens mittels der oszillometrischen Meßmethode den diastolischen, den systolischen, eventuell den mittleren Blutdruck- und den Puls zu bestimmen. Der Drucksensor 2 (Figur 2) kann z.B. als kapazitiver oder piezoresistiver Sensor ausgebildet sein.

Der Drucksensor 2 ist über einen Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 mit einer Auswerteeinheit 4 verbunden, die als Microcontroller ausgebildet und zur algorithmischen Auswertung des elektrischen Signales des Drucksensors ausgebildet ist.

Das Blutdruckmeßgerät weist ferner einen Neigungssensor 5 auf, der ebenfalls über den Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 mit der Auswerteeinheit 4 verbunden ist. Der Neigungssensor 5 erfaßt die Neigung der Manschette 1 und damit des Handgelenks bzw. des Unterarmes gegenüber der Horizontalen, d. h. der Neigungssensor 5 stellt ein elektrisches Signal bereit, das dem Neigungswinkel u des Handgelenks zur Horizontalen entspricht (vgl. Figur 1). Der Neigungssensor weist vorzugsweise ein beweglich gelagertes Teil, wie z.B. ein Pendel auf und ist mit einer Einrichtung versehen, mit der der Neigungswinkel u , die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung des beweglichen Teils elektrisch erfaßbar ist. Je nach dem für welchen Zweck das detektierte Signal verwendet werden soll, um z.B. verschiedene Arten von Bewegungsartefakte zu unterscheiden, wird auf dem Neigungswinkel, die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung des beweglichen Teils zurückgegriffen. Die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des beweglichen Teils im Neigungssensor kann z.B. durch die elektronische Erzeugung der ersten und zweiten Ableitung oder durch speziell dafür ausgebildete Sensoren detektiert werden, um z.B. verschiedene Arten von Bewegungsartefakten zu unterscheiden und entsprechend zu berücksichtigen.

Wie Figur 2 zeigt, sind der Drucksensor 2 und der Neigungssensor 5 mit dem gemeinsamen Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 über ein Zeitschaltglied 6, das als Multiplexer ausgebildet ist, verbunden. Durch den Multiplexer 6 wird wahlweise das Signal des Drucksensors 2 oder das Signal des Neigungssensors 5 auf den Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 durchgeschaltet. Die in Figur 2 skizzierte Schaltung zur Signalaufbereitung ist vorzugsweise in einem Schaltkreis integriert, der abhängig von der Schaltstellung des Multiplexers 6 auch die Konfiguration des Verstärkers und Analog/Digital-Wandlers 3 den vom Sensor herrührenden Anforderungen anpaßt.

Um das Blutdruckmeßgerät an verschiedene Randbedingungen, insbesondere verschiedene Benutzer anpassen zu können, ist ein Referenzwertspeicher 7 vorgesehen, der mit der Auswerteeinheit 4 verbunden oder in ihr enthalten ist. Die individuellen Randbedingungen der Messung, die die Positionierung des Blutdruckmeßgerätes und damit das Meßergebnis beeinflussen, wie beispielsweise die Armlänge oder die Lage des Herzens, sind benutzerspezifisch verschieden. Es wird deshalb einmal eine Referenzmessung auf Herzniveau durchgeführt, deren Ergebnisse, insbesondere der dabei erfaßte Neigungswinkel u_{ref} und die von diesem Winkel abhängige Signalspannung, zusammen mit eventuellen Kalibrierdaten des Neigungssensors 5 im Referenzspeicher 7 abgelegt werden und bei allen nachfolgenden Blutdruckmessungen zur Korrektur dienen. Die Korrektur des jeweils gemessenen Blutdrucks ergibt sich dabei aus dem gemessenen Neigungswinkel u wie folgt:

$P_{korr} = P_{mess} - k (1 - \sin u / \sin u_{ref})$, wobei P_{korr} und P_{mess} die korrigierten bzw. gemessenen Druckwerte, u den gegenüber der Horizontallage des Blutdruckmeßgerätes gemessenen Winkel und u_{ref} den einmalig, gleichfalls gegen die Horizontallage bestimmten Referenzwinkel bei einer Lage des Geräts auf Herzniveau darstellen. Der Multiplikator k ist ein für die Kalibration erforderlicher konstanter Koeffizient. Entsprechend dieser Beziehung kann der tatsächlich gemessene Druck um den hydrostatischen Differenzdruck korrigiert und der auf der Herzhöhe zugehörige Blutdruck bestimmt werden. Ein lagebedingter systematischer Meßfehler wird dadurch vermieden.

Nachfolgend wird der Ablauf der Verfahrensschritte bei einer Blutdruckbestimmung in Verbindung mit Figur 3 näher erläutert. Zunächst wird vor der eigentlichen Messung eine Nullmessung des Drucksensors durchgeführt, um das Signalniveau des Drucksensors bei fehlendem Druck jedes Mal neu festzulegen und die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Sobald das Blutdruckmeßgerät mittels einer Manschette 1 am linken Handgelenk des Benutzers angelegt ist, bringt der Benutzer zur Blutdruckmessung die Arme in eine im wesentlichen vor dem Oberkörper verschränkte Position und seinen Oberkörper in eine im wesentlichen aufrechte Stellung (vgl. Figur 1). Dies stellt sicher, daß der erfaßte Neigungswinkel u in Korrelation steht mit der Lage des Handgelenkes relativ zum Herzen, d. h. daß der Neigungswinkel u ein Maß, für die Höhendifferenz zwischen der Lage des Handgelenkes und der Lage des Herzens ist. Um eine korrekte Meßstellung zu gewährleisten, ist vorzugsweise eine Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerätes derart angeordnet, daß diese vom Benutzer nur in einer korrekten Stellung ablesbar ist. Insbesondere kann die Anzeigevorrichtung an der oberen Schmalseite der Manschette 1, d. h. in dem Bereich, der im angelegten Zustand an der oberen Schmalseite des Gelenkes etwa in Fortsetzung des Daumengliedes liegt, angeordnet sein.

GEÄNDERTES BLATT
IPEA/EP

Hat der Benutzer die entsprechende Stellung eingenommen, wird zunächst mit dem Neigungssensor 5 der Neigungswinkel α des Blutdruckmeßgerätes bestimmt. Das Zeitschaltglied 6 schaltet das Signal des Neigungssensors 5 zu dem Verstärker und Analog/DigitalWandler 3 durch, so daß dieses von der Auswerteeinheit 4 ausgewertet werden kann. Dabei wird in einem nächsten Verfahrensschritt der Korrekturfaktor bestimmt, um den der tatsächlich gemessene Blutdruck dann zu korrigieren ist. Der im Handgelenk herrschende Blutdruck wird dann in einem weiteren Verfahrensschritt bestimmt. Hierzu wird das Signal des Drucksensors 2 von dem Zeitschaltglied 6, zur Auswerteeinheit 4 durchgeschaltet. Anschließend wird der tatsächlich erfaßte Blutdruck um den zuvor bestimmten Korrekturwert korrigiert. Das korrigierte Meßergebnis des Blutdrucks wird dann an der Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerätes angezeigt.

Alternativ kann die Vermeidung lagebedingter Fehlmessungen auch über die Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerätes interaktiv mit dem Benutzer gesteuert werden. Hierzu erhält der Anwender solange Anzeichen auf der Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerät bis er es innerhalb eines vorgegebenen Winkeltoleranzfeldes um den Referenzwinkel gebracht hat und damit eine Meßposition eingenommen hat, in der keine Korrektur des Blutdruckmeßwertes mehr erforderlich ist, oder eine Korrektur durchgeführt werden muß. In einer weiteren Ausführungsform wird das Anzeichen auf der Anzeigevorrichtung zur Benutzerführung für die optimale Meßlage am Anfang und/oder während der Druckmessung eingesetzt. Beispielsweise weist die Anzeigevorrichtung als Anzeichen einen nach oben und nach unten weisenden Pfeil auf, von denen nur der gerade angezeigt wird oder blinkt, wenn der Benutzer sein Handgelenk mit dem Blutdruckmeßgerät entsprechend nach oben oder unten bewegen soll, um in die korrekte Meßposition zu gelangen. Eine Benutzerführung durch eine rote Lampe für eine schlechte Meßposition und / oder eine grün aufleuchtende Lampe für eine korrekte Meßposition oder auch durch ein akustisches Warnsignal bei einer schlechten Meßposition ist alternativ ebenso als Anzeichen ausbildbar. Vorzugsweise wird das Anzeigesignal für die korrekte/unkorrekte Meßposition nur vor der Messung an der elektronischen Anzeigevorrichtung (z.B. LCD) angezeigt. Alternativ können auch andere Zeitpunkte (z.B. auch während der Messung, z.B. für den Fall einer Veränderung der Meßposition) zur Anzeige programmiert werden. Dadurch, daß der Neigungssensor ein elektrisches Signal abgibt, ist es ohne weiteres möglich, abweichend von einer ständigen evtl. den Benutzer irritierenden Anzeige der Meßposition diese nur zu bestimmten Zeitpunkten elektronisch anzuzeigen.

Umgekehrt wird in einer weiteren Ausführungsform in einem Meßwertspeicher eine konkrete Validierung der Meßergebnisse hinsichtlich der defektierten Meßlage durchgeführt. Somit

GEÄNDERTES BLATT
IPE/EP

wird beispielsweise nach der Messung angezeigt, ob das Meßergebnis wegen einer ungünstigen Meßlag oder einer Bewegung während der Messung verworfen werden sollte oder ob eine Kompensierung bzw. Korrektur bzw. Eliminierung von lagebedingt fehlerhaften Meßwerten erfolgt ist.

Die in den obigen beiden Absätzen dargestellten Ausführungsformen sind sowohl in Kombination mit der ersten als auch mit der nachfolgend beschriebenen zweiten Ausführungsform kombinierbar.

Eine zweite Ausführung eines erfindungsgemäßen Blutdruckmeßgerätes ist in Figur 4 dargestellt. Der Aufbau des Blutdruckmeßgerätes ist grundsätzlich ähnlich dem in Figur 2 gezeigten, so daß für dieselben Bauteile gleiche Bezugszeichen verwendet sind und eine nochmalige Beschreibung derselben Bauteile nicht notwendig ist. Die Ausführung gemäß Figur 4 unterscheidet sich im wesentlichen dadurch, daß der Drucksensor 2 und der Neigungssensor 5 nicht über einen gemeinsamen Verstärker und Analog/Digital-Wandler mit der Auswerteeinheit 4 verbunden sind, sondern daß sowohl der Neigungssensor 5 als auch der Drucksensor 2 jeweils separat über einen eigenen Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 a bzw. 3 b mit der Auswerteeinheit 4 verbunden sind. Hierdurch kann das Signal des Neigungssensors 5 kontinuierlich der Auswerteeinheit 4 bereitgestellt werden. Der Neigungswinkel u wird zeitparallel zur Erfassung des Blutdrucks im Handgelenk erfaßt.

Zur Erfassung einer Bewegung bzw. Beschleunigung des Handgelenkes weist die Auswerteeinheit 4 eine Differenziereinheit auf, mit Hilfe derer die zeitliche Ableitung des Signals des Neigungssensors 5, die dann der Bewegung bzw. (Winkel-) Geschwindigkeit entspricht, und die Ableitung der zeitlichen Ableitung, die dann der (Winkel-) Beschleunigung entspricht, bestimmbar ist.

Der Ablauf der Verfahrensschritte des Verfahrens zur Blutdruckbestimmung, das mit der Vorrichtung gemäß Figur 4 ausführbar ist, ist in Figur 5 dargestellt. Wie in Figur 5 zu sehen ist, wird der Neigungswinkel zeitparallel zur Blutdruckmessung bestimmt und zur Berechnung des Korrekturfaktors verwendet.

Aus der bestimmten Bewegung (Geschwindigkeit) bzw. Beschleunigung des Handgelenkes wird zunächst festgestellt, ob sich der Anwender generell in einem Zustand ausreichender Ruhe befindet und eine Messung sinnvoll durchführbar ist. Wird ein erhöhtes Maß an motorischer Aktivität festgestellt, so daß nur ein unrepräsentatives Blutdruckmeßergebnis geliefert werden kann, wird die Messung unterbunden bzw. auf der Anzeigevorrichtung ein Hinweis auf die geringe Aussagekraft der Messung angezeigt. Diese Ausbildung des

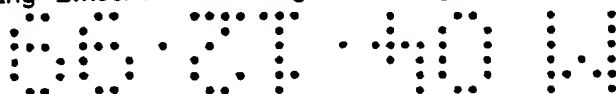
GEÄNDERTES BLATT
IPE/EP

Blutdruckmeßgerätes und dieses Verfahren der Anzeige aufgrund geringer Aussagekraft der Messung in Folge einer ungeeigneten Winkelstellung des Körpergliedes, an dem das Blutdruckmeßgerät befestigt ist oder aufgrund von bestimmten detektierten Bewegungen, die das Meßergebnis stark verfälschen würden, ist unabhängig von den übrigen Korrektur- und Anzeigemöglichkeiten oder in beliebiger Kombination durchführbar. Die Unterbindung der Messung bzw. der Hinweis auf geringe Aussagefähigkeit der Messung kann vor und oder während der Messung oder nach der Messung durchgeführt werden.

Darüber hinaus wird der gemessene Blutdruck mit Hilfe der erfaßten Bewegung (Geschwindigkeit) und Beschleunigung korrigiert. Kurzzeitige Lageänderungen wie beispielsweise Kurzzeitbewegungen oder Zittern des Handgelenkes während der Blutdruckmessung machen sich in erster Linie durch Schwankungen im Ausgangssignal des Drucksensors bemerkbar. Durch eine Rückrechnung von den gemessenen Lageschwankungen auf die dazu korrespondierende Druckschwankung kann der Einfluß der Bewegungsartefakte verringert werden.

Das durch den Neigungssensor 5 erzeugte Meßsignal wird vorzugsweise elektronisch nachgearbeitet, so daß ein gedämpftes Schwingungsverhalten des beweglichen Teils im Neigungssensor mit kleineren schwingungsamplituden und einem kürzeren Ausschwingen als mechanisch generiert elektronisch durch Filterung, Integration, bzw. Mittelung über die Periodendauer des beweglichen Teils erzeugt wird. Gegenüber mechanischen Dämpfungssystemen ist dadurch ein optimales Dämpfungsverhalten (auch ein nicht lineares) unabhängig von der Fertigungsqualität des beweglichen Teils einstellbar. Dies ermöglicht auch eine wesentlich bessere Ablesbarkeit des gemessenen Signals an der Anzeigevorrichtung.

Die Anzeigevorrichtung auf der das aufbereitete Meßergebnis des Neigungssensors angezeigt wird ist dieselbe, mit der die Blutdruckmeßwerte und gegebenenfalls der Puls angezeigt wird. Es handelt sich dabei um eine elektronische Anzeigeeinrichtung vom Typ z.B. eines LCD, ST, STN, TFT oder ähnlichen Displays. Es sind grundsätzlich z.B. alle Displaytypen verwendbar, die auch für tragbare Computeranzeigevorrichtungen eingesetzt werden. Nachdem bekanntermaßen die Ablesbarkeit von Anzeigen auf diesen Anzeigevorrichtungen vom Betrachtungswinkel relativ zur Anzeigevorrichtung abhängt, kann in einer weiteren Ausführungsform das Meßergebnis des Neigungssensors ergänzend oder ausschließlich dafür verwendet werden, daß in einer Anpassungseinrichtung die elektronische Anzeigeeinrichtung an den Blickwinkel angepaßt wird, da in der Regel ein Zusammenhang zwischen den möglichen Neigungswinkeln am Handgelenk und den



möglichen Blickwinkel relativ zum Blutdruckmeßgerät mit Anzeigevorrichtung am Handgelenk besteht.

Das Ergebnis der beschriebenen Nullmessung des Drucksensors 2 kann auch in dem Referenzwertspeicher 7 abgelegt werden, so daß je Bedienperson nur insgesamt einmal eine spezifische Kalibrierung stattfinden muß und später nur noch die Bedienperson einzugeben ist.

Unter dem Begriff Drucksensor im Sinne der vorliegenden Anmeldung sind allgemein Sensoren zu verstehen, die ein Drucksignal bereitstellen, aus dem sich der in dem Körperglied herrschende Blutdruck bestimmen läßt. Dies kann beispielsweise auch ein optischer Sensor, wie beispielsweise ein Infrarotsensor sein, der den Puls optisch erfassen kann, so daß sich aus der zeitlichen Veränderung des Signales der Manschetteninnendruck detektieren läßt.

06.27.40 W

BLATT

Neue Patentansprüche 1, 6 und 10:

1. Verfahren zur Bestimmung des Blutdrucks, wobei ein Drucksensor an einem Körperteil angelegt und ein in dem Körperteil herrschender Blutdruck und die Ausrichtung des Körperteils mit einer Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) erfaßt wird, wobei die Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) ein elektrisches Signal je nach der detektierten Ausrichtung des Körperteils abgibt und dieses elektrische Signal weiterverarbeitet wird **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausrichtung des Körperteils mit der Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) innerhalb eines Blutdruckmeßgerätegehäuses mit einem beweglich gelagerten Teil, das mit einer Einrichtung versehen ist, mit der die Ausrichtung elektrisch erfaßbar wird, erfaßt wird,
6. Blutdruckmeßgerät mit einem Drucksensor zur Erzeugung eines Drucksignals, einer Anlegeeinheit zum Anlegen des Drucksensors an ein Körperteil und einer Auswerteeinheit zur Auswertung des Drucksignals, wobei eine Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) zur Erfassung der Ausrichtung des Körperteils vorgesehen ist, durch die zur Weiterverarbeitung ein elektrisches Signal in Abhängigkeit von der Ausrichtung des Körperteils abgebar ist **dadurch gekennzeichnet**, daß die innerhalb eines Blutdruckmeßgerätegehäuses angeordnete Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) ein beweglich gelagertes Teil aufweist, das mit einer Einrichtung versehen ist, mit der die Ausrichtung elektrisch erfaßbar ist.
10. Blutdruckmeßgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewegungs-Erfassungseinheit den Neigungssensor (5) und eine mit diesem verbundene Differenziereinheit umfaßt.